

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3844074 C2

⑳ Aktenzeichen: P 38 44 074.1-32
㉑ Anmeldetag: 28. 12. 88
㉒ Offenlegungstag: 5. 7. 90
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 6. 12. 90

⑤ Int. Cl. 5:
H02K 21/00
H 02 K 1/27
H 02 P 9/00
H 02 H 9/04

DE 3844074 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

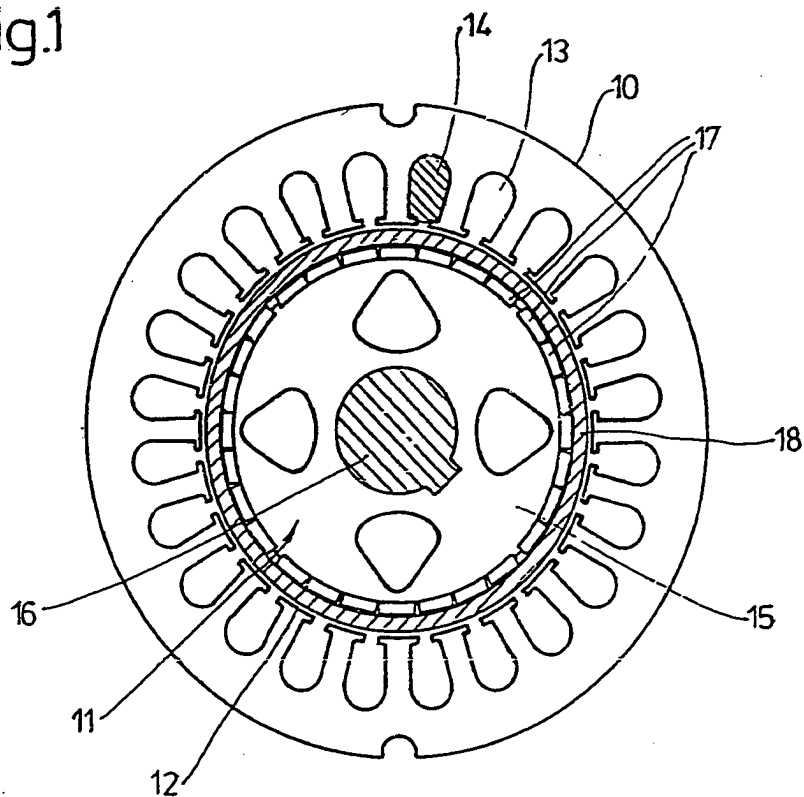
㉕ Erfinder:
Breitfeld, Detlef, Dipl.-Ing. Dr., 7400 Tübingen, DE

㉖ Für die Beurteilung oer Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 34 15 607 C2
DE 21 08 057 C1
JP 61-244251 A. In: Patents Abstr. of Japan, Sect. E
Vol.11 (1987) No.92 (E 491);
M.G. Say: Alternating Current Machines, 5. Ausgabe
London 1984, S. 546, 547;

㉗ Synchronmaschine

DE 3844074 C2

Fig.1



Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Synchronmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (DE 34 15 607 C2).

Bekannte Synchronmaschinen (Buch "Alternating Current Machines" von M.G. Say, 5. Ausgabe 1984, veröffentlicht bei Pitman Publishing Limited, London, Seiten 546/547) und können über eine Vielzahl von unterschiedlichen Rotorausbildungen verfügen, wobei das üblicherweise zylindrische Material des Rotors als Träger für eingelagerte Permanentmagnete dient. Enthält der ringförmige Rotorkern nur einen Magneten (2-Zweipolversion), dann ist der Kern in Umfangrichtung geschlitzt, um einen Kurzschluß des Magnetflusses zu verhindern. Es ist auch bekannt, die Permanentmagnete radial nach außen vorspringend mit jeweils abwechselnder, radialer Magnetisierungsrichtung an einem Rotorkern zu befestigen, wobei die am Außenumfang deutlich voneinander getrennten einzelnen Permanentmagnete jeweils noch Polschuhe tragen können.

Eine weitere bekannte Ausführungsform umfaßt in radialer Richtung in Schlitze des Rotormaterials eingelegte Permanentmagnete mit abwechselnd im Uhrzeigersinn und im Gegenuhrzeigersinn verlaufender Magnetisierungsrichtung, wobei zwischen den Permanentmagneten sogenannte Keilpole eingesetzt sind, deren äußere Stirnflächen in Richtung auf den Stator vorspringen. Eine weitere bekannte Einlagerungsmöglichkeit von permanentmagnetischer Gefäßen in das Material des Rotors besteht darin, seitlich magnetisierte Permanentmagnete in nichtradialer Position in einem Rotorkäfig anzuordnen, wobei von den Permanentmagneten der Kreisform des Rotors folgend Polköpfe aus geeignetem Metall seitlich abgehen. Problematisch bei der Ausbildung solcher Synchronmaschinen ist, daß der Magnetfluß schwierig zu kontrollieren ist und die Magnete auch Entmagnetisierungserscheinungen aufweisen können. Das Material der Magnete kann dabei auch Seltene Erden enthalten oder aus diesen bestehen.

Allgemein ist es bekannt, in Kraftfahrzeugen als zuverlässige Energiequellen Synchronmaschinen in Form von Drehstromgeneratoren einzusetzen. Der vom Generator erzeugte Wechselstrom wird gleichgerichtet und dient zur Versorgung einer Vielzahl von Verbrauchern und zur Aufladung der Fahrzeugbatterie. Dabei werden hohe Anforderungen an den Generator gestellt, nämlich konstante Spannung über den gesamten Drehzahlbereich des Fahrzeugmotors, möglichst wartungsfreier Betrieb, robuster Aufbau, geringes Gewicht und hohe Lebensdauer.

Übliche Drehstromgeneratoren werden als Innenpolmaschinen ausgeführt und besitzen einen Klauenpolläufer, dessen Erregerwicklung über zwei auf der Rotorwelle sitzende Schleifringe mit gehäusefesten Kohlebürsten mit Erregerstrom versorgt wird.

Es sind auch Synchronmaschinen mit einem permanentmagnetisch erregten Rotor bekannt, dessen Rotorpole von einzelnen Permanentmagneten gebildet werden. Solche Synchronmaschinen sind durch Wegfall der Schleifringe und Kohlebürsten wesentlich robuster, verschleißärmer und damit langlebiger. Durch den Wegfall der Erregerleistung ist auch der Wirkungsgrad höher.

Aus der JP 61-244 251 (Patents Abstr. of Japan Sect. E. Vol. 11 (1987) No. 92 E-491) ist beispielsweise ein solcher

Synchronmotor bekannt, dessen Anker am Außenumfang mehrere in Umfangsrichtung verteilte Permanentmagnete aufweist, die außen eine zylindrische magnetische Abschirmschicht aus hochleitendem Material aufweisen, die zur Reduzierung von Wirbelstromverlusten des Motors dient. Die Abschirmschicht bzw. Schutzabdeckung hat bei den bekannten Lösungen eine geringe radiale Dicke, indem sie aus einem massiven dünnwandigen Hohlzylinder besteht. Die Permanentmagnete sind aus einem ferromagnetischen Material auf einem auf der Rotorwelle drehfest sitzenden Träger angeordnet. Sie liegen in Form von Tachen Stegen in Längsrichtung des Rotors auf der Trägeroberfläche auf und werden ferner durch die auf sie aufliegende Innenwand des Hohlzylinders gehalten. Aus der DE 34 15 607 C2 ist außerdem ein permanentmagnetenerregter Rotor mit einer elektrisch leitenden, nicht magnetisierbares Material enthaltenden Zone bekannt, die den Rotor mit seinen Permanentmagneten außen umgibt und schlupffrei mit diesem umläuft. Diese Schutzabdeckung hat hier die Aufgabe, die spröden und wegen geringer Abmessungsgenauigkeiten schwierig zu verarbeitenden Permanentmagnete zu halten. Als Material der Schutzabdeckung wurde hier Aluminium oder rostfreier Stahl vorgeschlagen, um eine gute mechanische Festigkeit und Wärmeableitung zu erzielen.

Dagegen besteht jedoch bei permanentmagnetisch erregten Synchrongeneratoren das Problem der unzureichenden Spannungskonstanz der Ausgangsspannung über den gesamten Drehzahlbereich des Fahrzeugmotors. Ohne zusätzliche Maßnahmen steigt die in der Ankerwicklung induzierte Spannung mit zunehmender Drehzahl an, so daß auch die Ausgangsspannung des Synchrongenerators in weitem Bereich variiert. Es gibt daher schon Vorschläge, den Polradfluß bzw. den Nutzfluß eines permanentmagnetenerregten Synchrongenerators zu beeinflussen.

So hat man gemäß der DE 21 08 057 C1 den mit Einzelpolen versehenen Innenpolläufer des Synchrongenerators in zwei axial nebeneinander angeordnete Rotorhälften unterteilt. Zur Verminderung des Polradflusses bei zunehmender Drehzahl werden die Rotorhälften mehr oder weniger zueinander verdreht. Mit dieser Maßnahme kann die induzierte Spannung zwar beeinflußt werden, doch bleiben die Eisenverluste im Stator voll erhalten.

Alle vorstehend beschriebenen mechanischen Regelungen zur Beeinflussung des Nutzflusses in dem Synchrongenerator sind nur für langsam veränderliche Vorgänge geeignet und erfordern einen relativ hohen mechanischen Aufwand. Sie haben sich daher in der Praxis nicht durchsetzen können, die vielmehr Zuflucht zu elektrischen Regelungen genommen hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine permanentmagnetenerregte Synchronmaschine der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher unter Vermeidung der vorstehend aufgezeigten Nachteile bekannter Synchronmaschinen mit geringem konstruktivem und schaltungstechnischem Aufwand für Generatoren eine gute Spannungsregelung über den gesamten Drehzahlbereich eines Fahrzeugmotors erreicht werden kann.

Vorteile der Erfindung

Die Aufgabe wird bei einer Synchronmaschine der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, wobei in vorteilhafter Weise ein

in der Maschine unter bestimmten Bedingungen entstehender Wirbelstromeffekt bei Verwendung als Generator zur Beeinflussung des Nutzflusses ausgenutzt wird. Das den Luftspalt durchsetzende resultierende Magnetfeld erzeugt in einer Zone aus nichtmagnetisierbarem, elektrisch leitfähigem Material Wirbelströme. Die dadurch bedingten Wirbelstromverluste sind frequenzabhängig und nehmen mit steigender Drehzahl zu. Bei entsprechender Dimensionierung der Zone sind diese Wirbelstromverluste so groß, daß sie den drehzahlabhängigen Anstieg der in der Ankerwicklung induzierten Spannung begrenzen.

Aufgrund dieser drehzahlabhängigen Spannungsbegrenzung genügt es beispielsweise, bei Verwendung der erfindungsgemäßen Synchronmaschine als Drehstromgenerator für das Gleichstromnetz eines Kraftfahrzeuges am Ausgang des Gleichrichters eine ungesteuerte Spannungsstabilisierungsschaltung vorzusehen, um eine ausreichende Spannungskonstanz über den gesamten Drehzahlbereich des Fahrzeugmotors zu erreichen. Ein schaltungstechnisch aufwendiger Spannungsregler und/oder ein Feldregler entfällt. Da die Spannungsregelung durch die Wirbelströme erfolgt und auf einen Spannungsregler verzichtet wird, treten auch keine Störspannungen durch Reglerschaltspitzen auf.

Dabei zeichnet sich der Rotor der erfindungsgemäßen Synchronmaschine durch eine leichte Bauweise aus und hat ein kleines Trägheitsmoment, so daß bei seinem Einsatz in Generatoren von Kraftfahrzeugen eine wesentlich geringere Beanspruchung des treibenden Keilriemens bei Drehzahlwechsel auftritt.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Synchronmaschine möglich.

Eine einfache technische Realisierung der Wirbelstromzone wird gemäß einer bevorzugten, aus der DE 34 15 607 C2 an sich bekannten Ausführungsform durch einen massiven Hohlzylinder aus Kupfer, Aluminium, Messing oder einem sonstigen elektrisch leitenden, nicht magnetisierbaren Werkstoff erzielt, der eine geringe radiale Dicke hat. Ein solcher dünnwandiger Hohlzylinder, der auf den Rotor aufgeschraubt wird, so daß seine Innenseite unmittelbar auf den Permanentmagneten aufliegt, dient außerdem in bekannter Weise der Positionierung und Befestigung der Permanentmagnete auf dem Träger. Die auf die Permanentmagnete wirkenden Fliehkräfte können damit auch bei sehr hohen Drehzahlen mechanisch einfach aufgenommen werden.

Für die Ausnutzung des Wirbelstromeffektes zur Spannungsregelung kann es auch ausreichend sein, wenn gemäß einer weiteren Ausführungsform der Hohlzylinder nicht massiv ausgebildet wird, sondern durch größere Ausnehmungen eine Käfigstruktur in der Weise erhält, daß sich Materialstege axial über den Rotor erstrecken, die mindestens erdseitig über Kreistränge miteinander verbunden sind. Die Wirbelströme bilden sich dann in den Stegen aus. Auch ein solcher Käfig kann zusätzlich zur sicheren und zuverlässigen Positionierung der Permanentmagnete herangezogen werden.

Sowohl beim massiven als auch beim käfigartig ausgeparten Hohlzylinder kann nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mindestens ein Stirnende des Hohlzylinders über das Rotorende axial überstehend ausgeführt und hier zu Lüfterschaukeln ausgeformt werden. Dadurch entfällt ein zusätzlich auf der Rotorwelle sitzender gesonderter Lüfter für die Durchgangsbeflüchtung. Der Rotor wird trägheitsärmer.

Bei Befestigung der Permanentmagnete auf dem Umfang des Rotors derart, daß diese den zu erwartenden Beanspruchungen durch Fliehkräfte insbesondere bei wechselnder Last bei den geforderten Betriebsdrehzahlen genügt, kann gemäß einer weiteren Ausführungsform die Wirbelstromzone von den Permanentmagneten selbst gebildet werden, da das Permanentmagnetmaterial selbst, insbesondere wenn es auf Basis von Seltenen Erden hergestellt ist, elektrisch leitfähig ist. In diesem Fall sind dann Form, Größe und Anordnung der Permanentmagnete maßgeblich für den den Nutz- oder Polradfluß beeinflussenden Wirbelstromeffekt. Als Permanentmagnetwerkstoff werden vorzugsweise Kombinationen mit Seltenen Erden, wie Samarium (Sm) oder Neodym (Nd), verwendet. Brauchbare Materialien sind beispielsweise SmCo oder NdFeB.

Da bei der erfindungsgemäßen Synchronmaschine die Spannungsregelung durch den Wirbelstromeffekt erfolgt, ist zur Erzielung einer guten Spannungskonstanz bei der Verwendung der Synchronmaschine als Drehstromgenerator für das Gleichstromnetz eines Kraftfahrzeuges, wie schon erwähnt, eine ungesteuerte Spannungsstabilisierungsschaltung ausreichend, die gemäß einer weiteren Ausführungsform dem Ausgang der an der Ankerwicklung angeschlossenen Gleichrichterbrückenschaltung parallel geschaltet wird. Eine solche Stabilisierungsschaltung besteht in ihrer einfachsten Form aus einer Zenerdiode, die über einen Vorwiderstand dem Ausgang der Gleichrichterbrückenschaltung parallel gelegt wird. Die stabilisierte Ausgangsspannung kann entweder unmittelbar an der Zenerdiode oder am Emitter eines npn-Transistors abgegriffen werden, dessen Kollektor-Basis-Strecke in Reihe mit einem Kollektorwiderstand dem Vorwiderstand der Zenerdiode parallel geschaltet ist.

Zeichnung

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Dreiphasen-Synchrongenerators für ein Kraftfahrzeug im Querschnitt;

Fig. 2 das Schaltbild eines Bordnetzes eines Kraftfahrzeuges in Verbindung mit dem Synchrongenerator;

Fig. 3 und 4 jeweils Schaltbilder einer Spannungsstabilisierungsschaltung entsprechend einem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Als bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der in Fig. 1 schematisch im Querschnitt dargestellte Drehstromgenerator für Kraftfahrzeuge als mögliches Beispiel für eine Synchronmaschine näher erläutert. Der Drehstromgenerator weist einen Stator 10 und einen Rotor 11 auf, der unter Belassung eines Luftspaltes 12 konzentrisch im Innern des Stators 10 angeordnet ist. Der Stator 10 trägt eine Vielzahl von über den Umfang gleichmäßig verteilt angeordneten Nuten 13 zur Aufnahme einer dreiphasigen Stator- oder Ankerwicklung 14, die in Fig. 1 lediglich in einer Nut durch Schraffur schematisch angedeutet ist. Der permanentmagnet-erregte Rotor 11 weist einen zylindrischen Träger 15 aus ferromagnetischem Werkstoff auf, der auf einer Rotorwelle 16 drehfest sitzt. Auf dem Umfang des Trägers 15 sind als Rotorpole Permanentmagnete 17 mit radia-

ler oder diametraler Magnetisierungsrichtung angeordnet. Die Magnetisierungsrichtung benachbarter Permanentmagnete 17 ist gemäß der Polteilung jeweils um 180° gedreht. Dabei können die Permanentmagnete als flache, sich in Längsrichtung des Rotors erstreckende Stege ausgebildet sein, die mit ihren seitlichen Flächen aneinanderliegend auf dem Umfang des zylindrisch ausgebildeten Trägers 15 des Rotors aufliegen. Als Permanentmagnetmaterial werden bevorzugt Materialien aus Kombinationen mit Seltenen Erden eingesetzt, z.B. SmCo oder NdFeB.

Auf den Rotor 11 ist ein massiver Hohlzylinder 18 aufgeschoben, und zwar derart, daß er mit seiner Innenwand unmittelbar auf den Permanentmagneten 17 aufliegt. Der Hohlzylinder 18 ist mit dem Rotor 11 drehfest verbunden, was vorteilhaft durch Aufschrupfen erfolgt. Dadurch werden zugleich die Permanentmagnete 17 in ihrer Lage auf dem Träger 15 fixiert und damit eine auch bei hohen Drehzahlen zuverlässige Befestigung der Permanentmagnete 17 erreicht. Der dünnwandige Hohlzylinder 18 hat eine relativ geringe radiale Dicke, erstreckt sich über die gesamte axiale Länge des Rotors 11 und steht stirnseitig über den Rotor 11 vor. Die beiden überstehenden Zylinderränder können mit Vorzug zu Lüfterschaukeln (nicht gezeigt) für eine Durchzugbelüftung des Drehstromgenerators geformt sein. Der Hohlzylinder 18 besteht aus elektrisch leitendem, nicht magnetisierbarem Material, wie Kupfer, Aluminium, Messing o. dgl.

In Fig. 2 ist das elektrische Schaltbild eines Bordnetzes eines Kraftfahrzeugs dargestellt, das von dem vorstehend beschriebenen Drehstromgenerator gespeist wird. Dabei ist mit 20 die Kraftfahrzeug-Batterie bezeichnet, die vom Drehstromgenerator auf eine Bordnetzspannung U_B von beispielsweise 12 V aufgeladen wird. Der Widerstand 21 mit dem Widerstandswert R_L symbolisiert die an dem Bordnetz des Kraftfahrzeugs angeschlossenen Gleichstromverbraucher. Die drei Wicklungsenden u, v, w der in Stern geschalteten Wicklungsstränge 14a, 14b, 14c der dreiphasigen Ankerwicklung 14 sind mit einer ungesteuerten Gleichrichterbrückenschaltung 22 verbunden, deren Ausgangsklemmen mit B+ und D- bezeichnet sind. Zwischen diesen Klemmen liegt die gleichgerichtete Generatorspannung U_G . An den Ausgangsklemmen B+ und D- der Gleichrichterbrückenschaltung 22 ist eine Spannungsstabilisierungsschaltung 23 angeschlossen, an deren Ausgang die Kraftfahrzeug-Batterie 20 und die Stromverbraucher 21 angeschlossen sind. Ausführungsbeispiele der Spannungsstabilisierungsschaltung 23 sind in Fig. 3 und 4 dargestellt.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, besteht die Spannungsstabilisierungsschaltung 23 im einfachsten Fall aus einer Zenerdiode 24, die über einen Vorwiderstand 25 an dem Ausgang B+, D- der Gleichrichterbrückenschaltung 22 angeschlossen ist. Die Ausgangsspannung der Zenerdiode 24 bildet die stabilisierte Gleichspannung U_A des Drehstromgenerators zur Speisung von Kraftfahrzeug-Batterie 20 und Stromverbraucher 21. Die Ausgangsklemmen der Spannungsstabilisierungsschaltung 23, an welche die Kraftfahrzeug-Batterie 20 mit Stromverbraucher 21 angeschlossen sind, sind in Fig. 3 mit 26 und 27 bezeichnet.

In Fig. 4 ist eine gegenüber der Schaltung der Fig. 3 modifizierte Spannungsstabilisierungsschaltung 23' gezeigt, die um einen Transistor 28 erweitert ist, wodurch die Zenerdiodengrundschialtung der Fig. 3 in eine Serien-Stabilisierungsschaltung überführt ist. Der Emitter

des npn-Transistors 28 bildet die Ausgangsklemme 26, während die Kollektor-Basis-Strecke des Transistors 28 in Reihe mit einem Kollektorwiderstand 29 dem Vorwiderstand 25' parallel geschaltet ist. Die stabilisierte Ausgangsspannung der Spannungsstabilisierungsschaltung 23' ist wiederum mit U_A bezeichnet.

Der permanentmagneterregte Drehstromgenerator wird über die Rotorwelle 10 von dem Fahrzeugmotor mit einer Drehzahl n angetrieben. Diese Drehzahl schwankt je nach Betriebszustand des Fahrzeugmotors in weiten Grenzen. Der von dem permanentmagneterregten Rotor 11 erzeugte Polradfluß ist in Fig. 2 mit Φ_p bezeichnet. Bei drehendem Rotor 11 induziert dieser Polradfluß in der Ankerwicklung 14 eine Spannung (EMK), die bei angeschlossenen Stromverbrauchern 21 zu einem Stromfluß in der Ankerwicklung 14 führt. Durch den Ankerstrom wird ein Ankerquerrfeld aufgebaut, das zu einer Schwächung des Polradflusses führt. Der im Luftspalt 12 wirksame resultierende Nutzfluß ist maßgebend für die in der Ankerwicklung 14 induzierte Spannung.

Dieser Nutzfluß induziert in dem Hohlzylinder 18 Wirbelströme, die zu Wirbelstromverlusten führen. Diese Wirbelstromverluste sind frequenzabhängig und nehmen mit steigender Drehzahl zu. Bei entsprechender Auslegung der verfügbaren Freiheitsgrade, beispielsweise entsprechender Dimensionierung des Hohlzylinders 18, sind die Wirbelströme dann so groß bzw. beschaffen, daß sie den drehzahlabhängigen Anstieg der induzierten Spannung begrenzen. Dadurch wird eine Spannungsregelung erzielt, so daß ohne zusätzliche Maßnahmen eine weitgehende Spannungs Konstanz der Ausgangsspannung des Drehstromgenerators über den gesamten Drehzahlbereich des Fahrzeugmotors erreicht wird. Für die Erfordernisse eines Kraftfahrzeug-Bordnetzes reichen deshalb zur weiteren Stabilisierung der Generatorspannung die weiter vorn erläuterten, ungesteuerten Stabilisierungsschaltungen 23 bzw. 23' gemäß Fig. 3 oder 4 aus.

Der in Fig. 1 dargestellte massive Hohlzylinder 18 kann durch axiale Aussparungen eine Käfigstruktur erhalten. In diesem Fall besteht der Hohlzylinder 18 aus axialen Materialstegen, die sich über die gesamte axiale Länge des Rotors 11 erstrecken können und mindestens an den Enden miteinander durch Kreisringe verbunden sind. Eine solche Käfigstruktur ist ausreichend zur Ausbildung von Wirbelströmen, so daß auch hiermit der Wirbelstromeffekt zur drehzahlabhängigen Spannungsregelung des Drehstromgenerators genutzt werden kann.

Eine besonders kostengünstige konstruktive Möglichkeit zur Realisierung der Wirbelströme besteht noch darin, daß man die Permanentmagnete 17 so am Umfang des Trägers 15 befestigt, daß sie den zu erwartenden Beanspruchungen durch Fliehkräfte bei wechselnder Last und bei den geforderten Betriebsdrehzahlen des Fahrzeugmotors genügen, wodurch auf den Hohlzylinder 18 als tragendes Element verzichtet werden kann. Die Permanentmagnete 17, deren Permanentmagnetmaterial elektrisch leitfähig ist, sind dann in Form und Anordnung so auszubilden, daß in gleicher Weise wie beim massiven Hohlzylinder 18 oder beim Hohlzylinder in Käfigstruktur am Luftspalt 12 eine mit dem Rotor 11 umlaufende Zone entsteht. Infolge der elektrischen Leitfähigkeit des Permanentmagnetmaterials bilden sich die Wirbelströme im Magnetmaterial selbst aus, so daß auch hier eine drehzahlabhängige Spannungsregelung sich automatisch einstellt.

Patentansprüche

1. Synchronmaschine mit einem eine Ankerwicklung tragenden Stator und mit einem im Stator unter Belassung eines Luftspaltes umlaufenden permanentmagnetregten Rotor mit einer elektrisch leitenden, nicht magnetisierbares Material enthaltende Zone (18), die den Rotor (11) am Luftspalt (12) umgibt und schlüpfrei mit diesem umläuft, gekennzeichnet durch die Verwendung als Generator — insbesondere Drehstromgenerator für Kraftfahrzeuge — wobei die den Rotor (11) umgebende Zone (18) so ausgebildet ist, daß sich in ihr drehzahlabhängig Wirbelströme bilden, die die in der Ankerwicklung (14) induzierte Spannung begrenzen. 5
2. Synchronmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone (18) eine geringe radiale Erstreckung aufweist.
3. Synchronmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone von einem massiven, dünnwandigen Hohlzylinder (18) aus Kupfer, Aluminium, Messing o. dgl. gebildet ist, der auf den Rotor (11) aufgesetzt und mit diesem, vorzugsweise durch Aufschumpfen, drehfest verbunden ist. 10
4. Synchronmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone von einem mit dem Rotor (11) drehfest verbundenen Hohlzylinder in Käfigstruktur aus Kupfer, Aluminium, Messing o. dgl. gebildet ist, der in Achsrichtung des Rotors (11) sich erstreckende Stege aufweist, die zumindest an den Stirnenden miteinander verbunden sind. 15
5. Synchronmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die die Rotorpole bildenden Permanentmagnete (17) auf einem auf einer Rotorwelle (16) drehfest sitzenden Träger (15) aus ferromagnetischem Werkstoff angeordnet sind, und daß der Hohlzylinder (18) mit seiner Innenwand unmittelbar auf den Permanentmagneten (17) aufliegt und diese in ihrer Lage auf dem Träger (15) fixiert. 20
6. Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlzylinder (18) an mindestens einem Stirnende axial über den Rotor (11) vorsteht und daß der überstehende Zylinderrand zu Lüfterschaukeln geformt ist. 25
7. Synchronmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Rotorpole bildenden Permanentmagnete (17) aus elektrisch leitfähigem Material bestehen und so am Umfang eines auf einer Rotorwelle (16) drehfest sitzenden Trägers (15) aus ferromagnetischem Werkstoff befestigt sind, daß die Zone von den Permanentmagneten (17) selbst gebildet wird. 30
8. Synchronmaschine nach Anspruch 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (17) aus Materialien bestehen, die Seltene Erden enthalten, z. B. aus Kombinationen von Samarium (Sm) und Kobalt (Co) oder von Neodym (Nd), Eisen (Fe) und Bor (B). 35
9. Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsenden (u, v, w) der Ankerwicklung (14) an einer Gleichrichterbrückenschaltung (22) angeschlossen sind und daß am Ausgang (B+, D-) der Gleichrichterbrückenschaltung (22) lediglich eine unge-

steuerte Spannungsstabilisierungsschaltung (23) liegt.

10. Synchronmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsstabilisierungsschaltung (23) eine zum Ausgang (B+, D-) der Gleichrichterbrückenschaltung (22) parallele Zenerdiode (24) mit Vorwiderstand (25) aufweist und daß der Ausgang (26) der Spannungsstabilisierungsschaltung (23) unmittelbar von dem Verbindungspunkt zwischen Zenerdiode (24) und Vorwiderstand (25) oder vom Emitter eines npn-Transistors (28) gebildet wird, dessen Kollektor-Emitter-Strecke in Reihe mit einem Kollektorwiderstand (29) dem Vorwiderstand (25) parallel geschaltet ist.
11. Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (17) flache Stege sind, die sich in Längsrichtung des Rotors erstrecken und auf der Oberfläche des Trägers (15) in gegenseitiger Seitenanlage aufliegen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

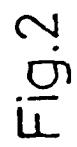


Fig.3

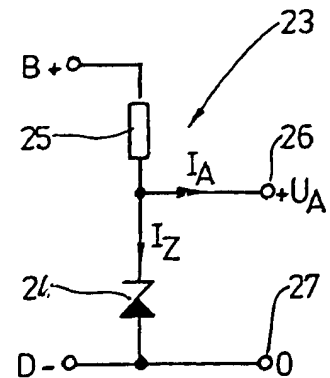


Fig.4

